

DT05 Rec'd PCT/PTO 28 DEC 2004

**Dated:** \_\_\_\_\_

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Examiner: Not Yet Assigned

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION CONCERNING  
SUBMISSION OR TRANSMITTAL  
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

KABASAWA, Joo  
NSO BLDG.  
1-22, Shinjuku 3-chome  
Shinjuku-ku, Tokyo 1600022  
Japan

Date of mailing (day/month/year) 03 May 2004 (03.05.2004)	<b>IMPORTANT NOTIFICATION</b>
Applicant's or agent's file reference WB04007SCM	
International application No. PCT/JP2004/003675	International filing date (day/month/year) 18 March 2004 (18.03.2004)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 08 August 2003 (08.08.2003)
Applicant SHIN CATERPILLAR MITSUBISHI LTD. et al	

- By means of this Form, which replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents, the applicant is hereby notified of the date of receipt by the International Bureau of the priority document(s) relating to all earlier application(s) whose priority is claimed. Unless otherwise indicated by the letters "NR", in the right-hand column or by an asterisk appearing next to a date of receipt, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
- (If applicable) The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which, on the date of mailing of this Form, had not yet been received by the International Bureau under Rule 17.1(a) or (b). Where, under Rule 17.1(a), the priority document must be submitted by the applicant to the receiving Office or the International Bureau, but the applicant fails to submit the priority document within the applicable time limit under that Rule, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
- (If applicable) An asterisk(\*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b) (the priority document was received after the time limit prescribed in Rule 17.1(a) or the request to prepare and transmit the priority document was submitted to the receiving Office after the applicable time limit under Rule 17.1(b)). Even though the priority document was not furnished in compliance with Rule 17.1(a) or (b), the International Bureau will nevertheless transmit a copy of the document to the designated Offices, for their consideration. In case such a copy is not accepted by the designated Office as priority document, Rule 17.1(c) provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
08 Augu 2003 (08.08.2003)	2003-290343	JP	13 Apri 2004 (13.04.2004)

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland  Facsimile No. (41-22) 338.70.10	Authorized officer  Jutaporn SUNDER (Fax 338 7010)  Telephone No. (41-22) 338 9564
--	--

18. 3. 2004

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

Rec'd PCT/PTO

28 DEC 2004

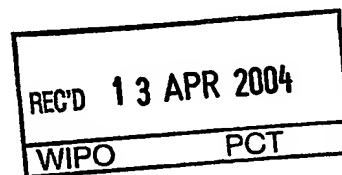
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 8月 8日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-290343  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-290343]

出願人 新キャタピラー三菱株式会社  
Applicant(s):

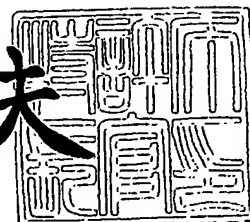


PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 2月19日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願  
【整理番号】 PB03316SCM  
【提出日】 平成15年 8月 8日  
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿  
【国際特許分類】 F01P 7/04  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都世田谷区用賀四丁目 1 0 番 1 号 新キャタピラー三菱株式会社内  
    【氏名】 古田 秀人  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000190297  
    【氏名又は名称】 新キャタピラー三菱株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100062764  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 樺澤 襄  
    【電話番号】 03-3352-1561  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100092565  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 樺澤 聡  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100112449  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 山田 哲也  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 010098  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

冷却ファンによって冷却される被冷却流体の実温度を検出し、  
検出された実温度と目標温度との温度差に応じて比例積分制御器によりファン目標回転数を決定し、

このファン目標回転数により冷却ファンを制御するファン回転数制御方法であって、  
比例積分制御器における積分の負側に対する蓄積を制限する  
ことを特徴とするファン回転数制御方法。

**【請求項 2】**

積分の負側に対する蓄積を制限するために、積分を開始する積分開始温度を目標温度に  
設定する

ことを特徴とする請求項 1 記載のファン回転数制御方法。

**【請求項 3】**

ファン最低回転数が定められている場合は、積分の負側に対する蓄積を制限するために  
、積分を開始する積分開始ファン回転数をファン最低回転数に設定する  
ことを特徴とする請求項 1 記載のファン回転数制御方法。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ファン回転数制御方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、冷却ファンの回転速度すなわち単位時間当りの回転数（以下、回転速度を「回転数」という）を制御するファン回転数制御方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

冷却ファンによって冷却される作動油、エンジン冷却用のラジエータ循環冷却水（以下、この冷却水を「クーラント」という）などの被冷却流体の実温度を検出し、検出された実温度と目標温度との温度差に応じて比例積分制御器によりファン目標回転数を決定し、このファン目標回転数により被冷却流体の実温度が目標温度となるように冷却ファンのファン回転数を可変制御するファン回転数制御方法がある（例えば、特許文献1参照）。

【特許文献1】 特許第3295650号公報（第4-6頁、図1-3）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

このように比例積分制御器によりファン目標回転数を演算し、目標温度になるようにファン回転数を可変制御する従来のファン回転数制御方法は、通常時には適切に動作しており、問題はなかったが、図7に示されるように、エンジン始動時において、例えば目標温度が60℃の場合、作動油の実温度がこの目標温度60℃を超えても、2点鎖線に示されるようにファン回転数がすぐに立ち上がり、作動油の実温度が、油圧ポンプのポンプサクシオン部で70℃以上となるほどの、あるいはクーラントの実温度がラジエータ入口部で90℃近くまで上昇するほどの、目標温度をかなりオーバーシュートしてから、ファン回転数が立ち上がる応答遅れが生じている。

【0004】

このファン回転数の立ち上がり応答遅れは、比例積分制御器における積分の負側に対する蓄積に起因する。

【0005】

本発明は、このような点に鑑みなされたもので、ファン回転数の立ち上がり応答遅れを防止することにより、実温度が目標温度をオーバーシュートすることを抑制して、オーバーシュートによる無駄なファン回転数増加を防止できるファン回転数制御方法を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

請求項1記載の発明は、冷却ファンによって冷却される被冷却流体の実温度を検出し、検出された実温度と目標温度との温度差に応じて比例積分制御器によりファン目標回転数を決定し、このファン目標回転数により冷却ファンを制御するファン回転数制御方法であって、比例積分制御器における積分の負側に対する蓄積を制限するファン回転数制御方法であり、比例積分制御器における積分の負側に対する蓄積を制限することにより、作動油、クーラントなどの被冷却流体の実温度が目標温度を超えた場合に、すぐにファン回転数が立ち上がるようにし、ファン回転数の立ち上がりの応答遅れを防止することにより、実温度が目標温度を大きくオーバーシュートすることを防止し、オーバーシュートによる無駄なファン回転数増加を防止する。

【0007】

請求項2記載の発明は、請求項1記載のファン回転数制御方法において、積分の負側に対する蓄積を制限するために、積分を開始する積分開始温度を目標温度に設定する方法であり、被冷却流体の実温度が目標温度に達するまでの間、比例積分制御器における積分の負側に対する蓄積を制限することにより、被冷却流体の実温度が目標温度を超えた場合に、すぐにファン回転数が立ち上がるように制御する。

## 【0008】

請求項3記載の発明は、請求項1記載のファン回転数制御方法において、ファン最低回転数が定められている場合は、積分の負側に対する蓄積を制限するために、積分を開始する積分開始ファン回転数をファン最低回転数に設定する方法であり、ファン回転数がファン最低回転数に達するまでの間、比例積分制御器における積分の負側に対する蓄積を制限することにより、ファン回転数がファン最低回転数を超えた場合に、すぐにファン回転数が立ち上がるように制御する。

## 【発明の効果】

## 【0009】

請求項1記載の発明によれば、比例積分制御器における積分の負側に対する蓄積を制限することにより、被冷却流体の実温度が目標温度を超えた場合に、すぐにファン回転数が立ち上がるようにし、ファン回転数の立ち上がりの応答遅れを防止することにより、実温度が目標温度を大きくオーバーシュートすることを防止し、オーバーシュートによる無駄なファン回転数増加を防止できる。これにより、燃費の向上、騒音の低減による作業環境の改善、振動の低減によるコンポーネントの耐久性向上などの効果が得られる。

## 【0010】

請求項2記載の発明によれば、被冷却流体の実温度が目標温度に達するまでの間、比例積分制御器における積分の負側に対する蓄積を制限することにより、被冷却流体の実温度が目標温度を超えた場合に、すぐにファン回転数が立ち上がるように制御できる。

## 【0011】

請求項3記載の発明によれば、ファン回転数がファン最低回転数に達するまでの間、比例積分制御器における積分の負側に対する蓄積を制限することにより、ファン回転数がファン最低回転数を超えた場合に、すぐにファン回転数が立ち上がるように制御できる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0012】

以下、本発明を図1乃至図6に示された実施の形態を参照しながら説明する。

## 【0013】

図6は、ファン回転数制御装置の概要を示し、油圧ショベルなどの建設機械の車両に搭載されたエンジン11は、作動油を圧送供給する作業用のメインポンプ12と、ファン用ポンプ13とを備え、これらのメインポンプ12およびファン用ポンプ13を共に駆動する。なお、油圧ショベルは、履帯などの走行系を備えた下部走行体に、旋回系を介して上部旋回体が旋回可能に設けられ、この上部旋回体に作業機系が設けられている。この作業機系は、ブーム、アーム、バケットおよびこれらを作動する油圧シリンダを備えている。

## 【0014】

メインポンプ12は、上記車両に装備された走行系の油圧モータ、旋回系の油圧モータ、作業機系の油圧シリンダなどの各種油圧アクチュエータに作動流体としての作動油を供給する。

## 【0015】

ファン用ポンプ13は、管路14に吐出した作動流体としての作動油によりファン用モータ15を作動する。このファン用モータ15は、その回転軸16に冷却ファン17を一体に装備し、この冷却ファン17を回動する。

## 【0016】

ファン用ポンプ13は、入力信号を電気信号とし出力信号を油圧信号とした電油変換弁18を備え、この電油変換弁18から出力された油圧信号によりファン用ポンプ13のポンプ吐出流量を可変制御して、ファン用モータ15の回転数を可変制御できる可変容量型ポンプである。

## 【0017】

冷却ファン17と対向する位置には、インテークエアクーラ21、オイルクーラ22およびラジエータ23が順次配置され、インテークエアクーラ21にはインテークエア配管24が、オイルクーラ22には作動油配管25が、ラジエータ23にはクーラント配管26が、それぞれ配設さ

れている。

#### 【0018】

インテークエア配管24には被冷却流体としてのインテークエアの実温度を検出するインテークエア温度検出センサ27が、作動油配管25には被冷却流体としての油圧回路の作動油の実温度を検出する作動油温度検出センサ28が、クーラント配管26には被冷却流体としてのクーラント（冷却水）の実温度を検出するクーラント温度検出センサ29が、それぞれ設けられ、これらの温度検出センサ27, 28, 29は、それぞれの入力信号ライン31, 32, 33を経てコントローラ34の信号入力部に接続されている。

#### 【0019】

また、このコントローラ34の信号出力部は、出力信号ライン35を経て前記電油変換弁18の信号入力部に接続されている。

#### 【0020】

そして、このコントローラ34は、各種温度検出センサ27, 28, 29により検出された実温度を演算処理し、このコントローラ34からの出力信号により、電油変換弁18を介しファン用ポンプ13のポンプ吐出流量を可変制御することで、ファン用モータ15の回転数を可変制御し、温度検出センサ27, 28, 29により検出されたインテークエア、作動油およびクーラントの各被冷却流体の実温度が予め設定された目標温度に到達するように冷却ファン17のファン回転数を可変制御し、各被冷却流体がオーバヒートしないように適切に冷却する。

#### 【0021】

このように、コントローラ34は、冷却ファン17により冷却される被冷却流体の実温度が目標温度となるようにファン回転数を可変制御するとともに、冷却ファン17のファン回転数を低下させることにより、間接的にメインポンプ12の出力を上昇させる機能も有する。

#### 【0022】

すなわち、エンジン11によりメインポンプ12と共に駆動されるファン用ポンプ13から吐出された作動油にてファン用モータ15を作動し、このファン用モータ15により冷却ファン17を回動するが、コントローラ34は、この冷却ファン17のファン回転数を低下させるようにファン用ポンプ13を制御することで、ファン用ポンプ13およびファン用モータ15で費やされるファン駆動馬力を下降させ、その分、相対的にメインポンプ12の出力を上昇させることもできる。

#### 【0023】

次に、コントローラ34は、図1に示されるように、各々の被冷却流体の実温度に応じてファン回転数を可変制御するアルゴリズムを有する。

#### 【0024】

この図1において、予め設定されたインテークエアの目標温度 $T_{ti}$ 、インテークエア温度検出センサ27により検出されたインテークエアの実温度 $T_{mi}$ 、予め設定された作動油の目標温度 $T_{to}$ 、作動油温度検出センサ28により検出された作動油の実温度 $T_{mo}$ 、予め設定されたクーラントの目標温度 $T_{tc}$ 、クーラント温度検出センサ29により検出されたクーラントの実温度 $T_{mc}$ の各信号は、それぞれの比例積分制御器（以下、これらの比例積分制御器を「PI制御器37, 38, 39」という）に入力される。

#### 【0025】

また、冷却ファン17によって冷却されるインテークエア、作動油およびクーラントの実温度 $T_{mi}$ ,  $T_{mo}$ ,  $T_{mc}$ を検出し、これらの実温度 $T_{mi}$ ,  $T_{mo}$ ,  $T_{mc}$ と目標温度 $T_{ti}$ ,  $T_{to}$ ,  $T_{tc}$ との温度差に応じて、PI制御器37, 38, 39によりファン目標回転数 $N_{ti}$ ,  $N_{to}$ ,  $N_{tc}$ を決定し、これらのファン目標回転数 $N_{ti}$ ,  $N_{to}$ ,  $N_{tc}$ により冷却ファン17を制御するファン回転数制御装置において、PI制御器37, 38, 39に対して、これらのPI制御器37, 38, 39における積分の負側に対する蓄積を制限する積分開始制御手段41を設置する。

#### 【0026】

この積分開始制御手段41は、例えばPI制御器37, 38, 39の積分機能のみをオン／オフ制御するか、あるいは積分出力のみをオン／オフ制御するなどして、PI制御器37, 38, 39における積分の負側に対する蓄積を制限することにより、インテークエア、作動油、ク



ークラントなどの被冷却流体の実温度  $T_{mi}$ ,  $T_{mo}$ ,  $T_{mc}$  が目標温度  $T_{ti}$ ,  $T_{to}$ ,  $T_{tc}$  を超えた場合に、すぐにファン回転数が立ち上がるようにするものである。

#### 【0027】

さらに、P I 制御器 37, 38, 39 は、インテークエア、作動油およびクーラントの各被冷却流体の発熱量および周囲温度に応じて整定される複数のファン目標回転数を被冷却流体ごとにそれぞれ決定するもので、これらの P I 制御器 37, 38, 39 から出力されたインテークエア用ファン目標回転数  $N_{ti}$ 、作動油用ファン目標回転数  $N_{to}$  およびクーラント用ファン目標回転数  $N_{tc}$  の各信号は、それぞれ飽和特性を有するリミッタ 42, 43, 44 により上限および下限を設定される。

#### 【0028】

これらのリミッタ 42, 43, 44 を経たインテークエア用ファン目標回転数  $N_{ti}'$ 、作動油用ファン目標回転数  $N_{to}'$  およびクーラント用ファン目標回転数  $N_{tc}'$  は、総合目標回転数決定器 45 に入力され、この総合目標回転数決定器 45 により、複数のファン目標回転数  $N_{ti}'$ ,  $N_{to}'$ ,  $N_{tc}'$  から一つの総合目標回転数  $N_{tt}$  を演算して決定する。

#### 【0029】

例えば、この総合目標回転数決定器 45 は、それぞれの被冷却流体のファン目標回転数  $N_{ti}'$ ,  $N_{to}'$ ,  $N_{tc}'$  を二乗し、それらを加算し、その平方根を求めることにより総合目標回転数  $N_{tt}$  を演算する。すなわち、

$$N_{tt} = \{ \sum (\text{被冷却流体 } n \text{ のファン目標回転数})^2 \}^{1/2}$$

または、 $N_{tt} = \{ (N_{ti}')^2 + (N_{to}')^2 + (N_{tc}')^2 \}^{1/2}$  となる。

#### 【0030】

この総合目標回転数  $N_{tt}$  は、さらに飽和特性により下限および上限を設定するリミッタ 46 を経て、最終的なファン目標回転数  $N_{tf}$  となる。

#### 【0031】

図 2 (a) には、前記作動油温度に関する P I 制御器 38 の詳細が示されている。

#### 【0032】

この図において、作動油の目標温度  $T_{to}$  および実温度  $T_{mo}$  は、それらの誤差を演算するための比較器 51 に導かれ、この比較器 51 から出力された誤差信号にゲイン 52 が乗算された後に、下限および上限を設定する飽和特性を有するリミッタ 53 により制限処理された信号値と、上記誤差信号にゲイン 54 が乗算され、積分器 55 により積分処理され、さらにリミッタ 56 により制限処理された信号値と、予期されたファン回転数  $N_{ef}$  とが、加算器 57 にて加算されることにより、前記作動油用ファン目標回転数  $N_{to}$  が決定される。

#### 【0033】

同様に、インテークエアの目標温度  $T_{ti}$  および実温度  $T_{mi}$  が P I 制御器 37 で処理されて、前記インテークエア用ファン目標回転数  $N_{ti}$  が決定され、また、クーラントの目標温度  $T_{tc}$  および実温度  $T_{mc}$  が P I 制御器 39 で処理されて、前記クーラント用ファン目標回転数  $N_{tc}$  が決定される。

#### 【0034】

図 2 (a)、(b) に示されるように、積分開始制御手段 41 は、積分の負側に対する蓄積を制限する方法として、P I 制御器 38 の積分器 55 により積分を開始する積分開始温度を目標温度に設定するものであり、エンジン始動時などの作動油の実温度  $T_{mo}$  が低い場合において、実温度  $T_{mo}$  と目標温度  $T_{to}$  との差が大きい場合に、積分開始温度を目標温度に設定することで、実温度  $T_{mo}$  が目標温度  $T_{to}$  に上昇するまでの間に負の積分要素が蓄積しないようにする。

#### 【0035】

次に、図 1 および図 2 に示された実施形態の作用効果を説明する。

#### 【0036】

温度検出センサ 27, 28, 29 により検出されたインテークエア、作動油およびクーラントの各被冷却流体の実温度情報をもとに、各被冷却流体の実温度が目標温度に到達するように、比較器 51 などを含む P I 制御器 37, 38, 39、およびリミッタ 46 などを通じて得られた

ファン目標回転数 $N_{tf}$ により、冷却ファン17のファン回転数を制御する。

【0037】

すなわち、インテークエア、作動油およびクーラントのいずれかの被冷却流体の実温度がそれらの目標温度より高いときは、その温度誤差に応じてファン目標回転数 $N_{tf}$ を上昇させて、より強い冷却効果が得られるように、常時または定期的に温度検出センサ27, 28, 29で検出された実温度情報をファン回転数にフィードバックして、回転数センサを用いることなく、ファン回転数を制御できるようにしている。

【0038】

その際、それぞれの被冷却流体の発熱量が増加した場合、温度検出センサ27, 28, 29により検出された実温度が、予め設定された目標温度に到達するには、より高いファン回転数になるようにPI制御器37, 38, 39が動作する。

【0039】

例えば、作動油の目標温度が60℃で、実温度が61℃とすると、実温度が60℃になるように冷却ファン17のファン回転数が増加し始める。もし、発熱量が僅かであれば、僅かなファン回転数の上昇でも、作動油温は60℃に復帰するが、もし発熱量が大きければ、僅かなファン回転数の上昇では、作動油温は上昇を続け、それと共にファン回転数も上昇する。やがて、ファン回転数が十分に高くなると、作動油温は下がり始め、目標温度に到達するとファン回転数の増加は止まる。

【0040】

また、目標温度および発熱量の条件が同じでも、周囲温度が高くなると、冷却ファン17は、同様により高いファン回転数となる。

【0041】

このように、それぞれの被冷却流体の発熱量と周囲温度に応じてファン回転数の整定する値が異なる。言いかえると、温度毎に決まるファン回転数のマップを持たずに制御していることが、この制御の特徴である。

【0042】

総合目標回転数決定器45が  $\{\sum (\text{被冷却流体 } n \text{ のファン目標回転数})^2\}^{1/2}$  により総合目標回転数 $N_{tt}$ を計算する場合は、どの被冷却流体のファン目標回転数が上昇した場合でも、必ず総合目標回転数 $N_{tt}$ は増加する。

【0043】

例えば、インテークエア温度、クーラント温度（冷却水温）および作動油温度から決まるそれぞれの目標回転数が、300r.p.m.、500r.p.m.、700r.p.m.とすると、総合目標回転数 $N_{tt}$ は911r.p.m.となる。ここで、クーラント温度から決まる目標回転数が500r.p.m.から600r.p.m.に増加すると、総合目標回転数 $N_{tt}$ は970r.p.m.となる。

【0044】

仮に、総合目標回転数＝最大値（被冷却流体 $n$ のファン目標回転数）で総合目標回転数を決定した場合は、クーラント温度から決まる目標回転数が500r.p.m.の時も600r.p.m.の時も、総合目標回転数は700r.p.m.となり、システム全体の発熱量が増加しているにも関わらず、総合目標回転数は変化しない。

【0045】

このように、総合目標回転数決定器45は、どの被冷却流体の温度がかわっても総合目標回転数 $N_{tt}$ が変化することも特徴の一つである。

【0046】

また、油圧ショベルなどの車両において、作動油温などが低く、冷却の必要がないときは、ファン用ポンプ13から吐出される流量を電油変換弁18で少なくするように制御することで、冷却ファン17のファン回転数を強制的に下げるが、このとき、ファン用ポンプ13にて費されるエンジン11のファン駆動馬力は低下しており、その分、エンジン11で駆動されるメインポンプ12の出力を上昇させることができ、エンジン11の出力を有効に利用できるとともに、ファン回転数の低下により冷却ファン17による周囲騒音を下げることができる。

## 【0047】

積分器55は、積分開始制御手段41により制御され、図2(b)に示されるように作動油の実温度 $T_{mo}$ が目標温度 $T_{to}$ より小さいときは、積分の負側に対する蓄積が制限され、一方、作動油の実温度 $T_{mo}$ が目標温度 $T_{to}$ を上回ると、積分の正側および負側に対する蓄積が開始され、比例積分制御により作動油用ファン目標回転数 $N_{to}$ が決定される。

## 【0048】

すなわち、エンジン始動時に、作動油の実温度 $T_{mo}$ が目標温度 $T_{to}$ に達しないときは、実温度 $T_{mo}$ と目標温度 $T_{to}$ との温度差に応じてPI制御器38のゲイン52などの比例要素のみによりファン目標回転数 $N_{to}$ を決定し、また作動油の実温度 $T_{mo}$ が目標温度 $T_{to}$ を超えたときは、実温度 $T_{mo}$ と目標温度 $T_{to}$ との温度差に応じてPI制御器38のゲイン52, 54の比例要素および積分器55の積分要素によりファン目標回転数 $N_{to}$ を決定する。

## 【0049】

被冷却流体がインテークエア、クーラントの場合も同様であり、インテークエア用ファン目標回転数 $N_{ti}$ 、クーラント用ファン目標回転数 $N_{tc}$ の決定においても、同様に積分開始タイミングが制御される。

## 【0050】

要するに、エンジン始動時などの、被冷却流体の実温度 $T_{mi}$ ,  $T_{mo}$ ,  $T_{mc}$ が目標温度 $T_{ti}$ ,  $T_{to}$ ,  $T_{tc}$ に達するまでの間は、PI制御器37, 38, 39の積分器55を機能させないようにしたので、この積分器55による負の積分要素の蓄積がなく、ファン回転数の立ち上がりの応答遅れを防止でき、応答遅れにより実温度 $T_{mi}$ ,  $T_{mo}$ ,  $T_{mc}$ が目標温度 $T_{ti}$ ,  $T_{to}$ ,  $T_{tc}$ を大きくオーバーシュートすることを防止でき、オーバーシュートによる無駄なファン回転数の増加を防止できる。

## 【0051】

次に、図3は、積分開始制御手段41の制御動作を示すフローチャートであり、エンジン始動時のインテークエア、作動油またはクーラントの実温度 $T_{mi}$ ,  $T_{mo}$ ,  $T_{mc}$ が目標温度 $T_{ti}$ ,  $T_{to}$ ,  $T_{tc}$ より大きいか否かを判断し(ステップ1)、小さければ(ステップ1でNO)、積分開始制御手段41から積分器55に積分制限信号を送信して、積分器55を機能させない(ステップ2)。

## 【0052】

一方、インテークエア、作動油またはクーラントの実温度 $T_{mi}$ ,  $T_{mo}$ ,  $T_{mc}$ が上昇して、目標温度 $T_{ti}$ ,  $T_{to}$ ,  $T_{tc}$ より大きくなった場合は(ステップ1でYES)、積分開始制御手段41から積分器55への積分制限信号を解除して、積分器55による積分を開始する(ステップ3)。

## 【0053】

このようにして、エンジン始動時にインテークエア、作動油またはクーラントの実温度 $T_{mi}$ ,  $T_{mo}$ ,  $T_{mc}$ がこれらの目標温度 $T_{ti}$ ,  $T_{to}$ ,  $T_{tc}$ より低い場合は、積分開始温度を目標温度 $T_{ti}$ ,  $T_{to}$ ,  $T_{tc}$ に設定することで、これらの実温度 $T_{mi}$ ,  $T_{mo}$ ,  $T_{mc}$ が目標温度 $T_{ti}$ ,  $T_{to}$ ,  $T_{tc}$ に上昇するまでの間に負の積分要素が蓄積しないようにする。

## 【0054】

その結果、インテークエア、作動油またはクーラントの実温度 $T_{mi}$ ,  $T_{mo}$ ,  $T_{mc}$ が目標温度 $T_{ti}$ ,  $T_{to}$ ,  $T_{tc}$ に達した時点で、本来の可変ファン制御によって常に目標温度 $T_{ti}$ ,  $T_{to}$ ,  $T_{tc}$ が維持できるようにPI制御される。

## 【0055】

以上のように、被冷却流体の実温度 $T_{mi}$ ,  $T_{mo}$ ,  $T_{mc}$ が目標温度 $T_{ti}$ ,  $T_{to}$ ,  $T_{tc}$ に達するまでの間、PI制御器37, 38, 39における積分の負側に対する蓄積に制限を設けることにより、被冷却流体の実温度 $T_{mi}$ ,  $T_{mo}$ ,  $T_{mc}$ が、目標温度 $T_{ti}$ ,  $T_{to}$ ,  $T_{tc}$ を超えた場合にすぐにファン回転数が立ち上がるように制御できる。

## 【0056】

また、このようにしたので、エンジン始動時において、被冷却流体の実温度 $T_{mi}$ ,  $T_{mo}$

、 $T_{mc}$ が目標温度 $T_{ti}$ 、 $T_{to}$ 、 $T_{tc}$ を超えた場合に、応答の遅れなくファン回転数が上昇し、実温度のオーバシュートを最小限に抑えて、実温度 $T_{mi}$ 、 $T_{mo}$ 、 $T_{mc}$ を目標温度 $T_{ti}$ 、 $T_{to}$ 、 $T_{tc}$ に素早く整定させることができる。

【0057】

一方、エンジン始動時などでインテークエア、作動油またはクーラントの実温度 $T_{mi}$ 、 $T_{mo}$ 、 $T_{mc}$ がすでに高く、目標温度 $T_{ti}$ 、 $T_{to}$ 、 $T_{tc}$ に到達している場合においては、積分開始温度にも到達しているので、そのまま本来のPI制御となり、目標温度 $T_{ti}$ 、 $T_{to}$ 、 $T_{tc}$ になるように制御されるので問題はない。

【0058】

次に、PI制御器37、38、39が機能している場合のファン回転数制御方法を順を追って説明する。

【0059】

(1) エンジン11のインテークエア、作動油およびクーラント（冷却水）の温度を、温度検出センサ27、28、29によりそれぞれ検出する。

【0060】

(2) コントローラ34の内部にそれぞれ設定された各被冷却流体の目標温度と、各々の温度検出センサ27、28、29により検出された各被冷却流体の実温度との差を、PI制御器37、38、39の比較器51で計算し、この差にゲイン52、54および積分器55で比例積分制御をかける。

【0061】

(3) このPI制御により、それぞれの被冷却流体毎にファン目標回転数 $N_{ti}$ 、 $N_{to}$ 、 $N_{tc}$ が決まり、さらにリミッタ42、43、44を経てファン目標回転数 $N_{ti}'$ 、 $N_{to}'$ 、 $N_{tc}'$ が決まる。

【0062】

(4) これらの複数のファン目標回転数 $N_{ti}'$ 、 $N_{to}'$ 、 $N_{tc}'$ から総合目標回転数決定器45により一つの総合目標回転数 $N_{tt}$ を決める。具体的には、
$$\text{総合目標回転数 } N_{tt} = \left\{ \sum (\text{被冷却流体 } n \text{ のファン目標回転数})^2 \right\}^{1/2}$$
を用いて演算するが、後述するように、これに限定されるものではない。

【0063】

そして、総合目標回転数 $N_{tt}$ からリミッタ46を経てファン目標回転数 $N_{tf}$ が最終的に決定される。

【0064】

(5) ファン目標回転数 $N_{tf}$ が得られるように、コントローラ34は電油変換弁18を駆動して、ファン用ポンプ13のポンプ吐出量を制御し、ファン用モータ15のモータ回転数を制御し、冷却ファン17のファン回転数を制御する。

【0065】

(6) 各被冷却流体の実温度がそれぞれの目標温度に到達するように、前記(2)に戻り、フィードバック制御を継続する。

【0066】

以上のように、このファン回転数制御は、回転数センサなどによりファン回転数を検出してフィードバック制御するものではなく、各被冷却流体の温度検出センサにより検出された温度をフィードバックして制御するので、ファン回転数の絶対値は重要ではない。

【0067】

また、それぞれの被冷却流体の発熱量と周囲温度に応じてファン回転数の整定する値が異なり、それぞれの被冷却流体毎にファン目標回転数を持ち、この複数のファン目標回転数に基づき一つの総合目標回転数を決定する演算手法を備えている。

【0068】

さらに、各被冷却流体の温度が低い時には、ファン回転数を下げるので、必要とするファン駆動馬力が減少し、その分、メインポンプ油圧出力を上昇させることができる。

【0069】

そして、各被冷却流体の実温度が目標温度に到達するように制御が働くので、冬期には作動油温や冷却水温の上昇が早くなり、作動油などの温度変化にともなう変動する粘性が早く安定するので、年間を通じて、作動油などの粘性の差による応答性の差が小さくなり、エンジンもより安定した温度で動作するようになる。

#### 【0070】

ここで、被冷却流体の実温度が目標温度に到達するように制御が働くとは、例えば冬のエンジン始動直後においては、電油変換弁18によりファン用ポンプ13からの吐出流量を0または少量に制御することにより、冷却ファンを停止させたり、または最低限のファン回転数で駆動する場合も含む。

#### 【0071】

なお、総合目標回転数決定器45が総合目標回転数 $N_{tt}$ を決定する演算法は、既に述べたものに限定されるものではなく、他の演算方法でも可能である。

#### 【0072】

例えば、重み関数 $W_n$  ( $0 \leq W_n \leq 1$ 、 $\sum W_n = 1$ ) を用いて、総合目標回転数 $N_{tt} = \sum \{W_n \cdot (\text{被冷却流体 } n \text{ のファン目標回転数})\}$ としても良い。

#### 【0073】

また、比例積分制御器 (P I 制御器) は、これのみに限定されるものではなく、一般的に用いられる比例積分微分制御器 (P I D 制御器) も含み、このP I D 制御器でも問題なく動作する。

#### 【0074】

次に、図4および図5は、P I 制御器38における積分の負側に対する蓄積を制限する前記積分開始制御手段41の他の実施形態を示し、前記積分開始温度を目標温度に設定する方法に替えて、積分開始ファン回転数を設定する方法である。

#### 【0075】

すなわち、ファン最低回転数 $N_{min}$ が定められている場合は、積分の負側に対する蓄積を制限する制限方法として、P I 制御器38の積分器55により積分を開始する積分開始ファン回転数をファン最低回転数 $N_{min}$ に設定する方法である。

#### 【0076】

例えば、エンジン始動時などにおいて、作動油のファン目標回転数 $N_{to}$ がファン最低回転数 $N_{min}$ に達しないときは、実温度 $T_{mo}$ と目標温度 $T_{to}$ との温度差に応じてP I 制御器38のゲイン52すなわち比例要素のみによりファン目標回転数 $N_{to}$ を決定し、このファン目標回転数 $N_{to}$ がファン最低回転数 $N_{min}$ を超えたときは、実温度 $T_{mo}$ と目標温度 $T_{to}$ との温度差に応じて、P I 制御器38のゲイン52、54すなわち比例要素と、積分器55すなわち積分要素とによりファン目標回転数 $N_{to}$ を決定するものである。クーラントのファン目標回転数 $N_{tc}$ を決定する場合も同様である。

#### 【0077】

すなわち、図5に示されるように、ファン最低回転数 $N_{min}$ が定められている場合において、インテークエア、作動油またはクーラントの目標温度 $T_{ti}$ 、 $T_{to}$ 、 $T_{tc}$ に対応したファン目標回転数 $N_{ti}$ 、 $N_{to}$ 、 $N_{tc}$ がファン最低回転数 $N_{min}$ を上回るか否かが判断され (ステップ5)、ファン目標回転数 $N_{ti}$ 、 $N_{to}$ 、 $N_{tc}$ がファン最低回転数 $N_{min}$ を下回っている場合は (ステップ5でNO)、積分器55をオフにして、負の積分要素を蓄積させないようにする (ステップ6)。一方、ファン目標回転数 $N_{ti}$ 、 $N_{to}$ 、 $N_{tc}$ がファン最低回転数 $N_{min}$ を超えた場合は (ステップ5でYES)、積分器55を機能させて、P I 制御器37、38、39における積分の正側および負側に対する蓄積を開始する (ステップ7)。

#### 【0078】

このようにして、積分開始ファン回転数をファン最低回転数 $N_{min}$ とすることにより、目標温度に対応したファン目標回転数 $N_{ti}$ 、 $N_{to}$ 、 $N_{tc}$ がファン最低回転数 $N_{min}$ に達するまでの間は、積分要素が働かず、P I 制御器37、38、39における負の積分要素を蓄積しないが、目標温度に対応したファン目標回転数 $N_{ti}$ 、 $N_{to}$ 、 $N_{tc}$ がファン最低回転数 $N_{min}$ を超えた時点から、正の積分要素および負の積分要素を蓄積するように制御する。

## 【0079】

その結果、ファン回転数は、ファン最低回転数 $N_{min}$ に到達した時点で、すぐに立ち上がることができ、応答の遅れなくファン目標回転数 $N_{ti}$ ,  $N_{to}$ ,  $N_{tc}$ にしたがってスムーズに上昇する。

## 【0080】

なお、インテークエア、作動油、クーラントなどの被冷却流体の実温度 $T_{mi}$ ,  $T_{mo}$ ,  $T_{mc}$ が目標温度 $T_{ti}$ ,  $T_{to}$ ,  $T_{tc}$ を超えた時点や、ファン目標回転数 $N_{ti}$ ,  $N_{to}$ ,  $N_{tc}$ がファン最低回転数 $N_{min}$ を超えた時点で、積分器55がいったん作動開始すると、正の積分要素および負の積分要素が共に働き、正側に入った時点で正の積分要素により目標温度になるように温度が下がり、その後下がり続けて、目標温度よりも下がった場合には、負の積分要素により目標温度になるように温度が上がるように制御される。このようにして、いったん積分が開始した時点で、正および負の両方の積分要素が働き、目標温度に整定させることができる。

## 【0081】

以上のように、PI制御器37, 38, 39における積分の負側に対する蓄積を制限することで、ファン回転数の立ち上がりの応答遅れを防止でき、これにより、実温度が目標温度を大きくオーバーシュートすることを防止でき、オーバーシュートによる無駄なファン回転数の増加を防止できる。

## 【0082】

また、実温度のオーバーシュートが低減され、ファン回転数の過度な増加が無くなるので、燃料消費が低減され、燃費が向上する。

## 【0083】

さらに、ファン回転数の過度な増加が無くなるので、ファン回転による騒音が低減される。このため、油圧ショベルなどの連設機械のオペレータにとってファン音が耳障りにならず、作業環境を改善できる。

## 【0084】

さらに、ファン回転数の過度な増加が無くなるので、ファン回転による振動が低減され、コンポーネントの耐久性が向上するなどの効果が得られる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0085】

【図1】本発明のファン回転数制御方法を実施するためのコントローラのアルゴリズムの一実施の形態を示すブロック図である。

【図2】(a)は同上コントローラにおける比例積分制御器および積分開始制御手段の一例を示すブロック図、(b)は同上積分開始制御手段による積分開始タイミングを説明するグラフである。

【図3】図2に示された積分開始制御手段の制御動作を示すフローチャートである。

【図4】同上コントローラにおける比例積分制御器および積分開始制御手段の他の例を示すブロック図である。

【図5】図4に示された積分開始制御手段の制御動作を示すフローチャートである。

【図6】本発明に係るファン回転数制御方法を実施する装置の概要を示すブロック図である。

【図7】従来のファン回転数制御方法を用いた場合のポンプサクション部およびラジエータ入口部における温度とファン回転数との関係を示すグラフである。

## 【符号の説明】

## 【0086】

17 冷却ファン

$T_{mi}$ ,  $T_{mo}$ ,  $T_{mc}$  実温度

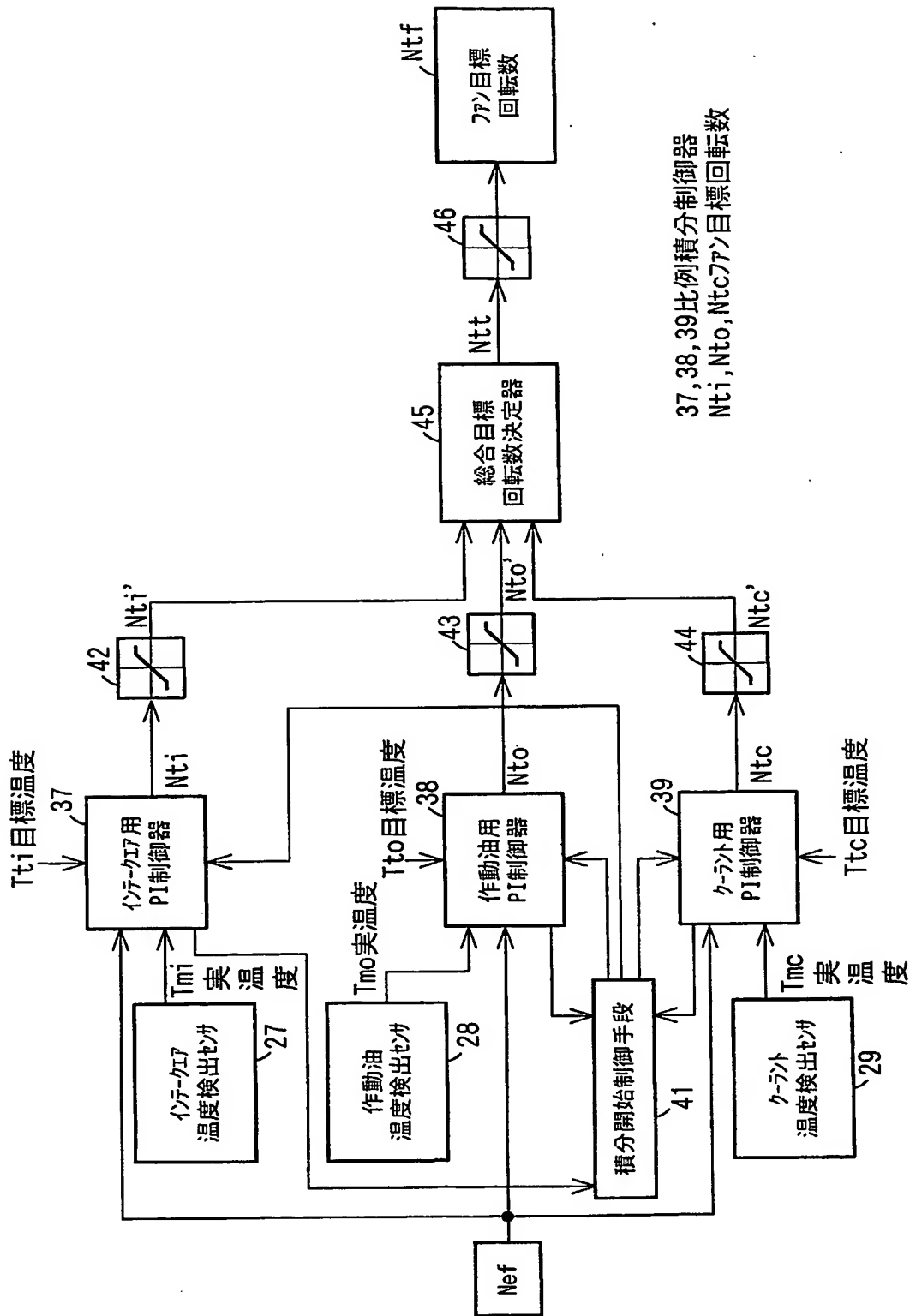
$T_{ti}$ ,  $T_{to}$ ,  $T_{tc}$  目標温度

37, 38, 39 比例積分制御器 (PI制御器)

$N_{ti}$ ,  $N_{to}$ ,  $N_{tc}$  ファン目標回転数

Nmin ファン最低回転数

【書類名】 図面  
【図 1】

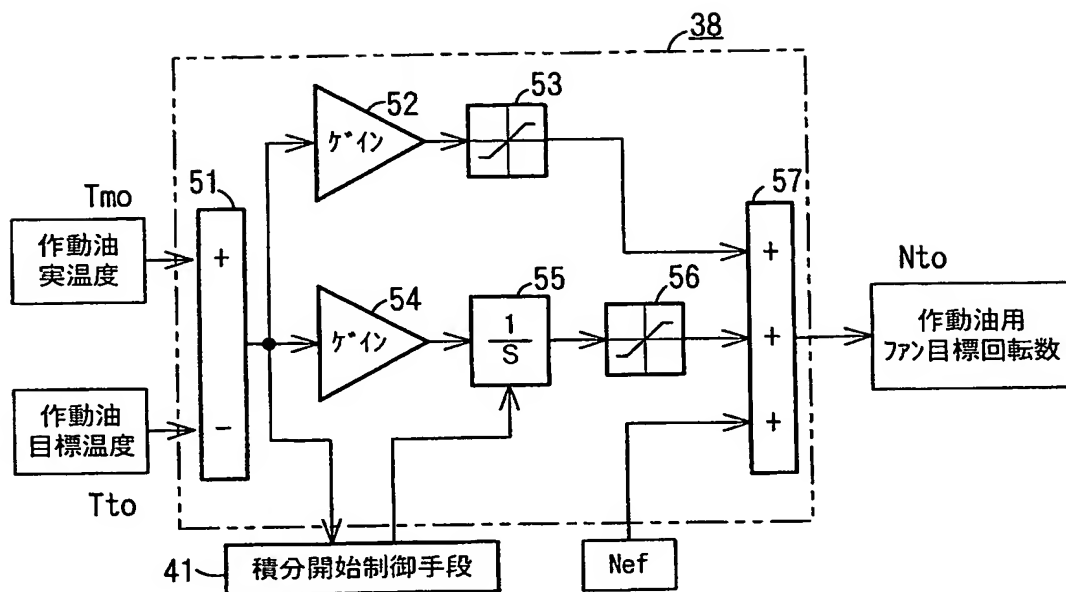


37, 38, 39 比例積分制御器  
 $N_{ti}$ ,  $N_{to}$ ,  $N_{tc}$  ファン目標回転数

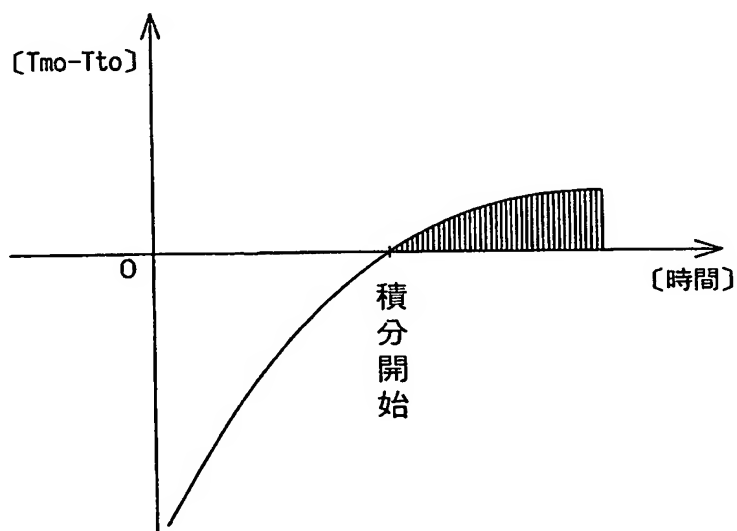


【図 2】

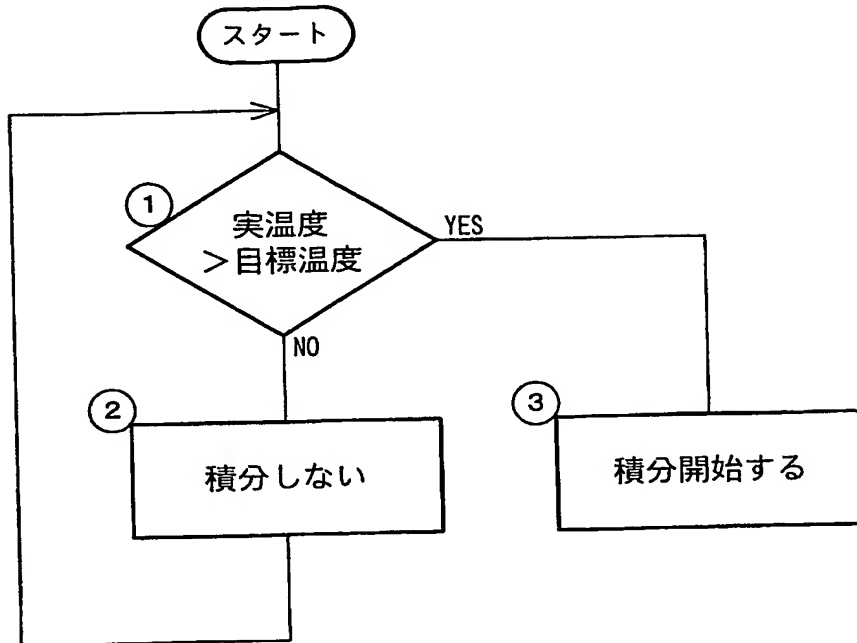
(a)



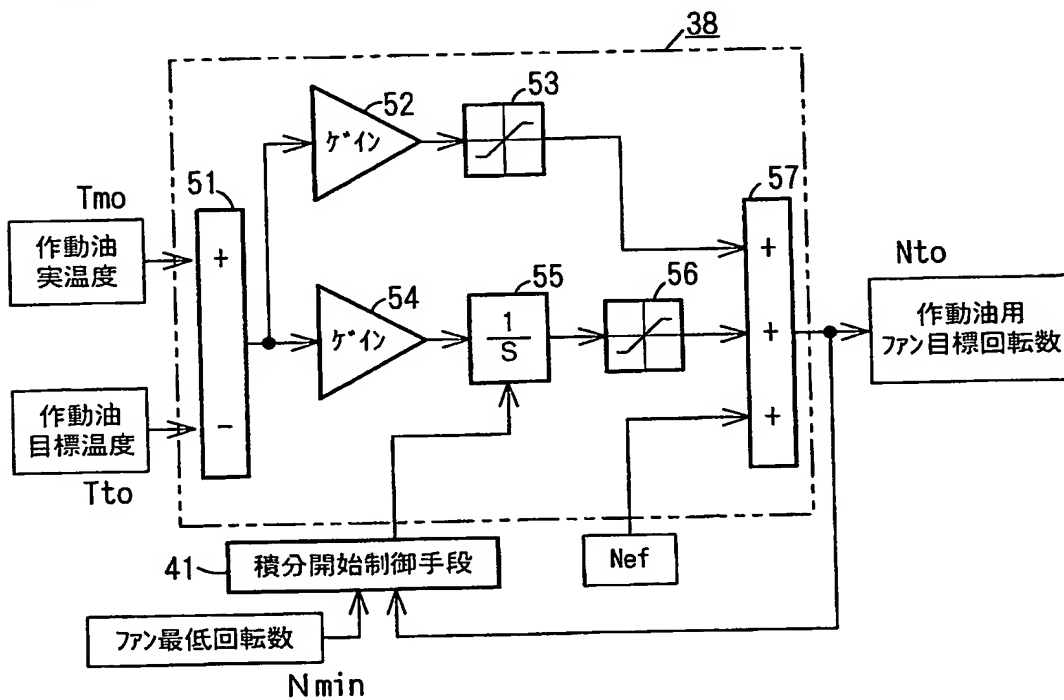
(b)



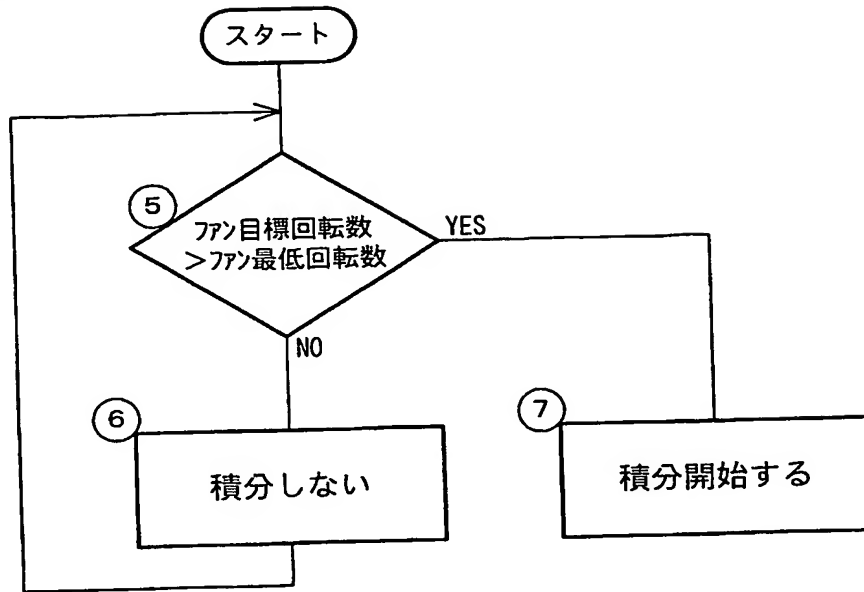
【図 3】



【図 4】



【図5】

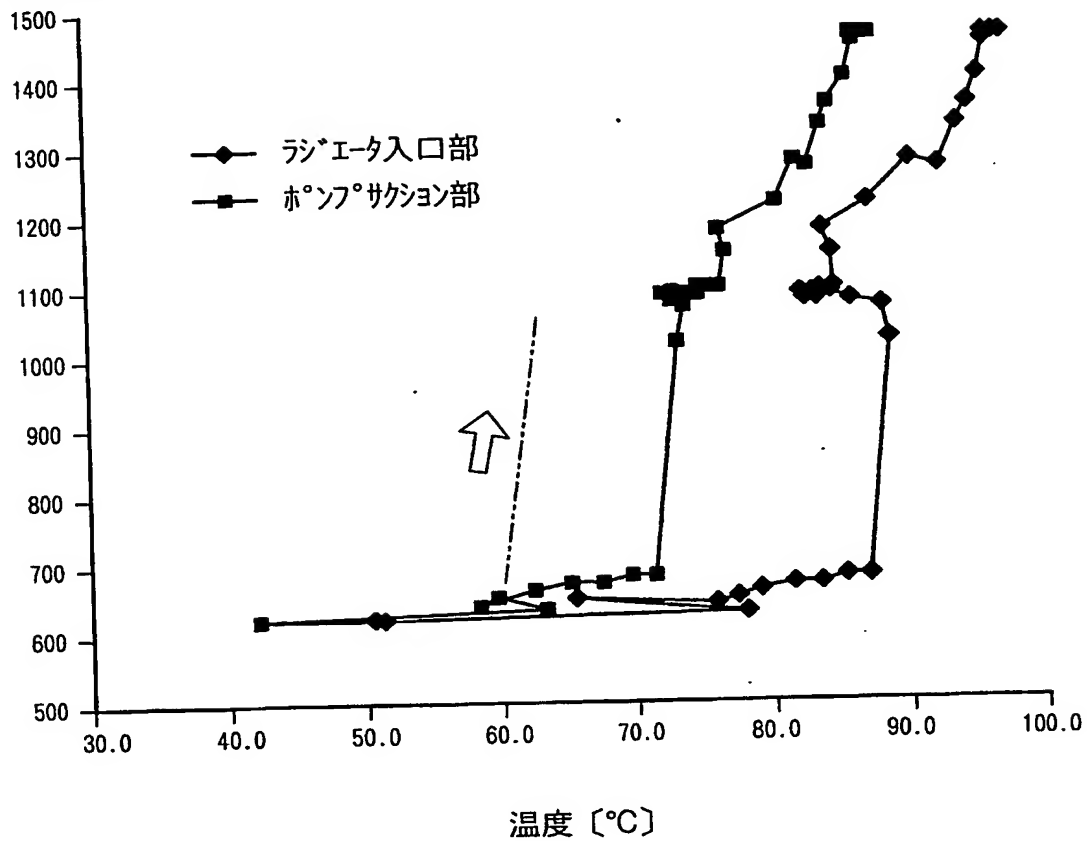




【図7】

## 可変速ファン回転数の変動

ファン回転数 [rpm]



## 【書類名】要約書

## 【要約】

【課題】 ファン回転数の立ち上がり応答遅れを防止するファン回転数制御方法を提供する。

【解決手段】 冷却ファンにより冷却するインテークエア、作動油、クーラントの実温度を検出し、実温度 $T_{mi}$ 、 $T_{mo}$ 、 $T_{mc}$ と目標温度 $T_{ti}$ 、 $T_{to}$ 、 $T_{tc}$ との温度差に応じてPI制御器37~39によりファン目標回転数 $N_{ti}$ 、 $N_{to}$ 、 $N_{tc}$ を決定し、ファン目標回転数 $N_{ti}$ 、 $N_{to}$ 、 $N_{tc}$ により冷却ファンを制御する。PI制御器37、38、39における積分の負側に対する蓄積を制限するために、PI制御器37、38、39に対し、積分開始タイミングを制御する積分開始制御手段41を設ける。積分を開始する目標温度 $T_{ti}$ 、 $T_{to}$ 、 $T_{tc}$ を設定し、インテークエア、作動油またはクーラントの実温度 $T_{mi}$ 、 $T_{mo}$ 、 $T_{mc}$ が目標温度 $T_{ti}$ 、 $T_{to}$ 、 $T_{tc}$ に達するまでは、PI制御器37、38、39の積分要素を機能させないようにする。

【選択図】 図1

特願 2003-290343

出願人履歴情報

識別番号

[000190297]

1. 変更年月日

1993年11月 1日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都世田谷区用賀四丁目10番1号

氏 名

新キャタピラー三菱株式会社